

MEMS・メタマテリアルに基づくテラヘルツ波制御デバイス

Terahertz Wave Control Devices Based on MEMS and Metamaterials

岡谷 泰佑[†] 金森 義明[‡]
Taiyu OKATANI[†] Yoshiaki KANAMORI[‡]

[†] 東京電機大学 [‡] 東北大学
Tokyo Denki University, Tohoku University

概要

次世代の Beyond 5G/6G 通信や高感度センシングシステムへの応用展開を見据え、周波数 0.1–10 THz のテラヘルツ波を自在に制御するデバイスの重要性が高まっている。本講演では、著者らが進めてきた MEMS（微小電気機械システム）と人工光学材料であるメタマテリアルを融合したテラヘルツ波制御デバイスの具体的な研究成果について詳述する。

テラヘルツ帯において高い変調効率と高速な動作を両立するため、MEMS の駆動機構によってメタマテリアル構造を三次元的に変形させるアプローチをとっている。具体的には、表面マイクロマシニングなどの微細加工技術を用いて微小なカンチレバーを作製し、これに静電引力などの駆動力を与えることで、メタマテリアルを構成する構造体同士の距離や重なり具合をダイナミックに変化させ、テラヘルツ波の共振周波数や透過率、位相等を高精度に制御するチューナブルフィルタを実現している。さらに、こうした可動型メタマテリアルに加え、金属共振器構造を内包した三次元バルクメタマテリアルや、シリコン導波路と MEMS を一体集積化したテラヘルツ帯デバイスの開発にも取り組んできた。

ナノ・マイクロ加工技術に基づくデバイスの設計・試作プロセスから、テラヘルツ分光測定システムを用いた評価データまでを包括的に解説する。併せて、Beyond 5G/6G 通信や高感度センシングシステムへの応用展開に向けた現状の課題と、今後の展望についても議論する。

Abstract

This talk details terahertz wave control devices combining MEMS and metamaterials. By utilizing electrostatic actuation to dynamically deform metamaterial structures, we realize tunable filters that precisely control terahertz resonance, transmission, and phase. Furthermore, we report on the development of 3D bulk metamaterials embedding metallic resonators and monolithically integrated silicon-waveguide MEMS devices. We discuss microfabrication processes, characterization data, and future prospects for Beyond 5G/6G wireless communication and sensing applications.